



MAT-8485US

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Appln. No: 10/714,119
Applicant: Yasuaki Yuda, et al.
Filed: November 14, 2003
Title: RADIO COMMUNICATION APPARATUS
TC/A.U.: 2681
Examiner:
Docket No. MAT-8485US

CLAIM TO RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to 35 U.S.C. § 119, Applicants hereby claim the benefit of prior Japanese Patent Application No. 2002-330550, filed November 14, 2002 and Application No. 2003-375424, filed November 5, 2003.

A certified copy of each of the above-referenced applications is enclosed.

Respectfully submitted,


Lawrence E. Ashery, Reg. No. 34,515
Attorney for Applicants

LEA:ds

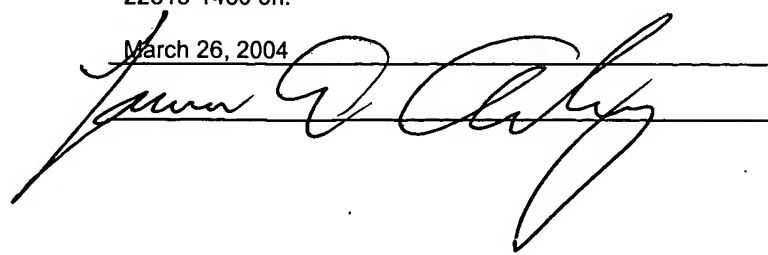
Enclosure: Certified Copy of Patent Application No. 2002-330550 and No. 2003-375424

Dated: March 26, 2004

P.O. Box 980
Valley Forge, PA 19482-0980
(610) 407-0700

The Commissioner for Patents is hereby authorized to charge payment to Deposit Account No. **18-0350** of any fees associated with this communication.

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail, with sufficient postage, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on:

March 26, 2004


日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年11月5日
Date of Application:

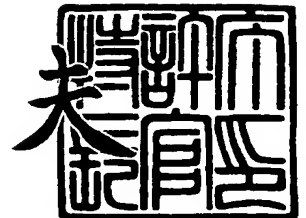
出願番号 特願2003-375424
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-375424]

出願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2003年11月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3096129

【書類名】 特許願
【整理番号】 2931050078
【提出日】 平成15年11月 5日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 7/10
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 湯田 泰明
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 岸上 高明
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 深川 隆
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 高草木 恵二
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 宮本 昭司
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-330550
 【出願日】 平成14年11月14日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記各アンテナ素子で受信した信号を合成するアレー合成処理手段を有する無線通信装置において、前記各アンテナ素子で受信した信号を前記アレー合成処理手段に伝送する第1の無線回路部と、前記受信信号を分岐して伝送する第2の無線回路部と、前記第1の無線回路部を伝送した信号のチャンネル推定値を求める第1のチャンネル推定手段と、前記第2の無線回路部を伝送した信号のチャンネル推定値を求める第2のチャンネル推定手段と、前記第1のチャンネル推定手段の出力から電力を検出する電力検出手段と、前記第1のチャンネル推定手段の出力と前記第2のチャンネル推定手段の出力から振幅比と位相回転量を検出する演算手段と、前記電力検出手段と前記演算手段の出力から前記第1および第2の無線回路部で発生する振幅偏差および位相偏差を補正する補正值を検出する補正值検出手段を備え、前記アレー合成処理手段が前記補正值検出手段からの補正值を用いて受信信号の補正を行うことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 2】

前記第1の無線回路部、第2の無線回路部、電力検出手段および演算手段は前記複数のアンテナ素子の各々に対応して複数個有し、さらに、複数の第1の無線回路部の各々を伝送してきた信号に対して異なるタイミングで到来した信号を別々に検出して前記第1のチャンネル推定手段に出力する複数の第1の相関器と、複数の第2の無線回路部の各々を伝送してきた信号に対して異なるタイミングで到来した信号を別々に検出して前記第2のチャンネル推定手段に出力する複数の第2の相関器と、複数の電力検出手段の出力を加算する第1の加算器と、複数の演算手段の出力を加算する第2の加算器を備え、前記補正值検出手段が前記第1の加算器の出力と前記第2の加算器の出力から補正值を検出することを特徴とする請求項1に記載の無線通信装置。

【請求項 3】

前記複数の第1の無線回路部から出力される信号から1つを選択する第1の選択手段と、前記アレーアンテナの各アンテナ素子から電力を分配する複数の電力分配手段と、前記複数の電力分配手段から出力される信号から1つを選択して前記第2の無線回路部に出力する第2の選択手段と、前記第1の選択手段から出力される信号と前記第2の選択手段から出力される信号が同じアンテナ素子で受信された信号を選択制御する選択制御手段を備えたことを特徴とする請求項2に記載の無線通信装置。

【請求項 4】

前記アレーアンテナの各アンテナ素子で受信した信号の電力を検出する受信電力検出手段を備え、前記受信電力検出手段が検出した電力情報を用いて、前記第1および第2の選択手段において受信ブランチを選択するように制御を行うことを特徴とする請求項3に記載の無線通信装置。

【請求項 5】

前記選択手段は、受信電力が大きな受信ブランチを優先的に選択するように制御することを特徴とする請求項4に記載の無線通信装置。

【請求項 6】

複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記各アンテナ素子で受信した信号を合成するアレー合成処理手段を有する無線通信装置において、前記各アンテナ素子で受信した信号を前記アレー合成処理手段に伝送する第1の無線回路部と、前記受信信号を分岐して伝送する第2の無線回路部と、前記第1の無線回路部を伝送した信号のチャンネル推定値を求めるチャンネル推定手段と、前記チャンネル推定手段から出力された同じパスのチャンネル推定値の共役複素数を乗算する第1の演算手段と、前記第2の無線回路部を伝送した既知信号で相関をとったものと同じパスにおける受信ブランチのチャンネル推定値の共役複素数を乗算する第2の演算手段と、前記第1および第2の演算手段の出力から前記第1および第2の無線回路部で発生する振幅偏差および位相偏差を補正する補正值を検出する補正值検出手段を備え、前記アレー合成処理手段が前記補正值検出手段からの補正值を用いて受信信号の補正を行うことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 7】

前記第 1 の無線回路部、第 2 の無線回路部、第 1 および第 2 の演算手段は前記複数のアンテナ素子の各々に対応して複数個有し、さらに、複数の第 1 の無線回路部の各々を伝送してきた信号に対して異なるタイミングで到来した信号を別々に検出して前記第 1 のチャンネル推定手段に出力する複数の第 1 の相関器と、複数の第 2 の無線回路部を伝送してきた信号に対して異なるタイミングで到来した信号を別々に検出して前記第 2 のチャンネル推定手段に出力する複数の第 2 の相関器と、複数の第 1 の演算手段からの出力を加算する第 1 の加算器と、複数の第 2 の演算手段からの出力を加算する第 2 の加算器と、前記第 1 の加算器の出力と前記第 2 の加算器の出力される信号に対してそれぞれ既知信号で相関をとる第 3 および第 4 の相関器とを備え、前記補正值検出手段が前記第 3 の相関器の出力と前記第 4 の相関器の出力を比較して受信ブランチの振幅変動と位相変動を検出することを特徴とする請求項 6 に記載の無線通信装置。

【請求項 8】

複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記各アンテナ素子で受信した信号を各々伝送する複数の第 1 の無線回路部と、前記第 1 の無線回路部を伝送した信号のいずれかを選択する第 1 の選択手段と、前記アレーアンテナで受信した信号のいずれかを選択する第 2 の選択手段と、前記第 2 の選択手段で選択された信号を伝送する第 2 の無線回路部と、前記第 1 の選択手段で選択された信号と前記第 2 の無線回路部を伝送した信号を用いて第 1 の無線回路部で発生する振幅偏差および位相偏差を検出する補正值検出手段と、前記第 1 の無線回路部を伝送した信号から伝搬遅延時間の異なる複数のパスを別々に検出する複数の第 1 の相関器と、前記第 1 の相関器で検出された夫々のパスのチャンネル推定値を求める複数の第 1 のチャンネル推定手段と、前記第 2 の無線回路部を伝送した信号から前記第 1 の相関器と同じ複数のパスを別々に検出する複数の第 2 の相関器と、前記第 2 の相関器で検出された夫々のパスのチャンネル推定値を求める複数の第 2 のチャンネル推定手段と、前記第 1 のチャンネル推定手段の出力からパス毎の電力を検出する複数の電力検出手段と、前記第 2 のチャンネル推定手段の出力に対して同じパスの前記第 1 のチャンネル推定手段の出力の共役複素数を乗算する複数の乗算手段と、前記複数の電力検出手段の出力を加算する第 1 の加算器と、前記複数の乗算手段の出力を加算する第 2 の加算器とを備え、前記補正值検出手段は前記第 1 の加算器の出力と第 2 の加算器の出力を用いて振幅偏差および位相偏差を検出することを特徴とする無線通信装置。

【請求項 9】

前記第 1 の選択手段と前記第 2 の選択手段で選択する信号を制御する選択制御手段を備え、前記第 1 の選択手段から出力される信号と前記第 2 の選択手段から出力される信号が同じアンテナ素子で受信された信号が選択されるように制御されることを特徴とする請求項 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 10】

前記選択制御手段は、前記第 1 の選択手段と前記第 2 の選択手段に対して、あらかじめ定められた順序もしくは任意の順序で信号を選択するように制御するか、または、あらかじめ定められた時間間隔もしくは任意の時間間隔で信号を選択するように制御することを特徴とする請求項 3 または 9 に記載の無線通信装置。

【請求項 11】

前記補正值検出手段から出力される補正值を、前記第 1 の選択手段と前記第 2 の選択手段で選択されたアンテナ素子に対して別々に記憶する補正值メモリ手段を備え、アンテナ素子毎の補正值を用いてアレー合成処理を行うことを特徴とする請求項 3、9 および 10 のいずれかに記載の無線通信装置。

【請求項 12】

前記電力検出手段または前記第 1 の加算器の出力信号に対して時間平均を行う第 1 の時間平均化手段と、前記乗算手段または前記第 2 の加算器の出力信号に対して時間平均を行う第 2 の時間平均化手段を備え、前記第 1 および第 2 の時間平均化手段は、1 回の処理において前記加算器より出力される信号を複数個記憶しておき、時間的に平均処理を行うこと

を特徴とする請求項 2 または 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 13】

前記補正值検出手段の出力信号に対して時間平均を行う時間平均化手段を備え、1 回の補正值検出処理において前記補正值検出手段より出力される信号を複数個記憶しておき、時間的に平均処理を行うことを特徴とする請求項 1、2 および 6 乃至 8 のいずれかに記載の無線通信装置。

【請求項 14】

前記アレー合成処理手段の出力信号から受信電力の大きなユーザを検出するユーザ制御手段を備え、前記ユーザ制御手段において検出したユーザに対して前記第 1 の相関器および前記第 2 の相関器において相関演算を行うようにユーザ制御を行うことを特徴とする請求項 2 または 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 15】

前記アレーアンテナの各アンテナ素子で受信した信号の電力を検出する受信電力検出手段を備え、前記受信電力検出手段において検出した電力情報を用いて、前記選択制御手段において受信信号を選択するように制御を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

【請求項 16】

前記選択制御手段では、受信電力が大きな信号が伝送されるアンテナ素子を優先的に選択するように制御することを特徴とする請求項 15 に記載の無線通信装置。

【請求項 17】

前記アレーアンテナのアンテナ素子間結合を補正する補正行列をあらかじめ記憶しておく素子間結合補正行列メモリ手段を備え、前記複数の第 1 の無線回路部から出力される信号と前記補正值メモリ手段に記憶されている受信ブランチ毎の補正值と前記素子間結合補正行列メモリ手段に記憶されている補正行列を用いてアレー合成処理を行い受信データを出力することを特徴とする請求項 11 に記載の無線通信装置。

【請求項 18】

前記複数の第 1 および第 2 の相関器と前記複数の第 1 および第 2 のチャネル推定手段と前記複数の電力検出手段と前記複数の演算手段と前記第 1 および第 2 の加算器から構成される処理ブロックを複数有し、前記処理ブロックにおける第 1 の加算器からの出力を合成する第 1 のユーザ合成手段と、前記処理ブロックにおける第 2 の加算器からの出力を合成する第 2 のユーザ合成手段を備え、前記処理ブロックではユーザ毎に処理を行い、前期第 1 および第 2 のユーザ合成手段においてユーザ合成した結果を用いて補正值を検出することを特徴とする請求項 2 または 8 に記載の無線通信装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】無線通信装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体無線通信システムの無線通信装置に関するものであり、特に、アレーアンテナを用いた無線通信装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

移動体通信システムにおける需要の拡大に伴い、トラフィック容量の増加、通信エリアの拡大、干渉抑圧などを実現する技術として、指向性送受信を行うアダプティブアレーアンテナ技術が知られている。このアダプティブアレーアンテナ技術は、複数のアンテナ素子から構成されるアレーアンテナを備え、アレーアンテナで受信した信号やそのほかの情報を用いて、適応的に送受信の指向性を制御する技術である。

【0003】

このアダプティブアレーアンテナにおける指向性の制御手法には様々な手法が検討されている。例えば、受信信号の到来方向の推定を行い、その推定方向に対して指向性を向けるように制御を行う手法がある。この手法では、アレーアンテナの各受信ブランチ間における振幅・位相に偏差が存在すると、方向推定を行う精度の劣化や、指向性パターンの歪が生じてしまうことが知られている。その結果、所望の効果が得られないこととなる。

【0004】

受信ブランチ間の振幅・位相偏差は、無線回路部のアナログ素子の特性差によるものであり、偏差の発生を抑えることは難しい。また、経時変化や温度変化などの影響により、この振幅・位相偏差は時々刻々変化する。そこで、受信ブランチ間の振幅・位相の偏差を補正するキャリブレーション技術、しかも、通信システムを停止することなく時々刻々変化する偏差を補正するキャリブレーション技術が必要となる。

【0005】

キャリブレーション技術の従来技術として、図13のブロック構成図で示した技術がある（例えば、特許文献1参照）。アレーアンテナ901の各アンテナ素子で受信した信号に対して、信号合成回路902-1、902-2、・・・、902-Nで基地局内部の基準信号発生器919で発生させた基準信号を加える。各受信ブランチの無線回路部903-1、903-2、・・・、903-Nを伝送してきた信号から、基準信号を取り出し、補正值検出手段910で受信ブランチによる振幅・位相偏差情報を検出する。この検出情報を用いて補正值メモリ手段911から補正值を読み出し、アレー合成処理手段912で受信信号のキャリブレーションを行う。

【0006】

また、図14のブロック構成図に示すような、干渉信号を加えることなく受信信号だけを用いるキャリブレーション技術がある（例えば、非特許文献1参照）。この構成は、無線回路部1003-1、1003-2、・・・、1003-Nによる受信ブランチに対して、無線回路部1003Cによるキャリブレーションブランチを有し、アレーアンテナ1001の各アンテナ素子で受信した信号を用いて、受信ブランチについては相関器1005-1、チャネル推定手段1006-1で、キャリブレーションブランチについては相関器1005C-1、チャネル推定手段1006C-1でチャネル推定値を検出する。補正值検出手段1010ではこのチャネル推定値を比較することで、受信ブランチの振幅・位相偏差情報を検出し、この検出情報を用いて補正值メモリ手段1011から補正值を読み出し、アレー合成処理手段1012で受信信号のキャリブレーションを行う。選択手段1004-1、1004-2は選択制御手段1013の制御によりアレーアンテナ1001の所定のアンテナ素子からの信号を選択する。

【特許文献1】特開2002-77016号公報

【非特許文献1】高草木恵二他、「アレイアンテナ用バックグラウンド無線回路校正方式とその性能」（信学技報、RCS2001-261、2002年3月）

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

しかし、特許文献1による従来技術では、基準信号が受信信号に対して干渉信号となる。これにより、受信特性を劣化させることとなる。

【0008】

一方、非特許文献1における従来技術では、受信信号の電力が小さい場合には、キャリブレーションブランチの電力はさらに小さくなってしまふことから、キャリブレーションブランチのチャネル推定値の精度が劣化してしまふ。これにより、このチャネル推定値を用いて算出する補正值の精度が劣化してしまふ。

【0009】

本発明は、このような課題と解決するものであり、受信信号の電力が小さい場合であっても、時間方向に広がりを持つ複数のパスを利用することで、補正值検出における精度を向上させることを可能とすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本発明による無線通信装置においては、受信ブランチとキャリブレーションブランチの両方のチャネル推定値に対して、受信ブランチのチャネル推定値を用いてRAKE合成を行い、その結果を用いて補正值の検出を行う。このような構成をとることで、パスダイバーシチ利得により補正值検出を精度良く行うことが可能となる。

【0011】

本発明の第1の態様に係る発明は、複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記各アンテナ素子で受信した信号を合成するアレー合成処理手段を有する無線通信装置において、前記各アンテナ素子で受信した信号を前記アレー合成処理手段に伝送する第1の無線回路部と、前記受信信号を分岐して伝送する第2の無線回路部と、前記第1の無線回路部を伝送した信号のチャネル推定値を求める第1のチャネル推定手段と、前記第2の無線回路部を伝送した信号のチャネル推定値を求める第2のチャネル推定手段と、前記第1のチャネル推定手段の出力から電力を検出する電力検出手段と、前記第1のチャネル推定手段の出力と前記第2のチャネル推定手段の出力から振幅比と位相回転量を検出する演算手段と、前記電力検出手段と前記演算手段の出力から前記第1および第2の無線回路部で発生する振幅偏差および位相偏差を補正する補正值を検出する補正值検出手段を備え、前記アレー合成処理手段が前記補正值検出手段からの補正值を用いて受信信号の補正を行うことを特徴とすることで、通信に不要な干渉信号を混入することなく、受信信号を用いてキャリブレーションを行うことができるという作用を有する。また、受信ブランチにおけるチャネル推定値を用いることで、受信ブランチとキャリブレーションブランチの位相偏差を保存したまま、RAKE合成を行うことが可能であり、パスダイバーシチ利得により補正值を精度よく検出することができるという作用を有する。

【0012】

本発明の第2の態様に係る発明は、第1の態様に係る構成において、第1の無線回路部、第2の無線回路部、電力検出手段および演算手段は前記複数のアンテナ素子の各々に対応して複数個有し、さらに、複数の第1の無線回路部の各々を伝送してきた信号に対して異なるタイミングで到来した信号を別々に検出して前記第1のチャネル推定手段に出力する複数の第1の相関器と、複数の第2の無線回路部の各々を伝送してきた信号に対して異なるタイミングで到来した信号を別々に検出して前記第2のチャネル推定手段に出力する複数の第2の相関器と、複数の電力検出手段の出力を加算する第1の加算器と、複数の演算手段の出力を加算する第2の加算器を備え、前記補正值検出手段が前記第1の加算器の出力と前記第2の加算器の出力から補正值を検出することを特徴とすることで、通信に不要な干渉信号を混入することなく、受信信号を用いてキャリブレーションを行うことができるという作用を有する。また、受信ブランチにおけるチャネル推定値を用いることで、受信ブランチとキャリブレーションブランチの位相偏差を保存したまま、RAKE合成を

行うことが可能であり、パスダイバーシチ利得により補正值を精度よく検出することができるという作用を有する。

【0013】

本発明の第3の態様に係る発明は、第2の態様に係る構成において、複数の第1の無線回路部から出力される信号から1つを選択する第1の選択手段と、前記アレーアンテナの各アンテナ素子から電力を分配する複数の電力分配手段と、前記複数の電力分配手段から出力される信号から1つを選択して前記第2の無線回路部に出力する第2の選択手段と、前記第1の選択手段から出力される信号と前記第2の選択手段から出力される信号が同じアンテナ素子で受信された信号を選択制御する選択制御手段を備えたことを特徴とするので、RAKE合成に使用する所望のアンテナを任意に選択することができるという作用を有する。

【0014】

本発明の第4の態様に係る発明は、第3の態様に係る構成において、アレーアンテナの各アンテナ素子で受信した信号の電力を検出する受信電力検出手段を備え、前記受信電力検出手段が検出した電力情報を用いて、前記第1および第2の選択手段において受信ブランチを選択するように制御を行うことを特徴とするので、RAKE合成に使用する所望のアンテナの選択をアンテナが受信した電力情報に従って選択することができるという作用を有する。

【0015】

本発明の第5の態様に係る発明は、第4の態様に係る構成において、選択手段は、受信電力が大きな受信ブランチを優先的に選択するように制御することを特徴とするので、RAKE合成に使用する所望のアンテナの選択を受信電力が大きな受信ブランチに対応して選択することができるという作用を有する。

【0016】

本発明の第6の態様に係る発明は、複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記各アンテナ素子で受信した信号を合成するアレー合成処理手段を有する無線通信装置において、前記各アンテナ素子で受信した信号を前記アレー合成処理手段に伝送する第1の無線回路部と、前記受信信号を分岐して伝送する第2の無線回路部と、前記第1の無線回路部を伝送した信号のチャネル推定値を求めるチャネル推定手段と、前記チャネル推定手段から出力された同じパスのチャネル推定値の共役複素数を乗算する第1の演算手段と、前記第2の無線回路部を伝送した既知信号で相関をとったものと同じパスにおける受信ブランチのチャネル推定値の共役複素数を乗算する第2の演算手段と、前記第1および第2の演算手段の出力から前記第1および第2の無線回路部で発生する振幅偏差および位相偏差を補正する補正值を検出する補正值検出手段を備え、前記アレー合成処理手段が前記補正值検出手段からの補正值を用いて受信信号の補正を行うことを特徴とするので、通信に不要な干渉信号を混入することなく、受信信号を用いてキャリブレーションを行うことができるという作用を有する。また、受信ブランチにおけるチャネル推定値を用いることで、受信ブランチとキャリブレーションブランチの位相偏差を保存したまま、RAKE合成を行うことが可能であり、パスダイバーシチ利得により補正值を精度よく検出することができるという作用を有する。

【0017】

本発明の第7の態様に係る発明は、第6の態様に係る構成において、第1の無線回路部、第2の無線回路部、第1および第2の演算手段は前記複数のアンテナ素子の各々に対応して複数個有し、さらに、複数の第1の無線回路部の各々を伝送してきた信号に対して異なるタイミングで到来した信号を別々に検出して前記第1のチャネル推定手段に出力する複数の第1の相関器と、複数の第2の無線回路部を伝送してきた信号に対して異なるタイミングで到来した信号を別々に検出して前記第2のチャネル推定手段に出力する複数の第2の相関器と、複数の第1の演算手段からの出力を加算する第1の加算器と、複数の第2の演算手段からの出力を加算する第2の加算器と、前記第1の加算器の出力と前記第2の加算器から出力される信号に対してそれぞれ既知信号で相関をとる第3および第4の相関

器とを備え、前記補正值検出手段が前記第 3 の相関器の出力と前記第 4 の相関器の出力を比較して受信ブランチの振幅変動と位相変動を検出することを特徴とすることで、移動局からの信号の中にパイロット信号のように基地局においてあらかじめ既知である信号が含まれている場合に、補正值を精度よく確実に検出することができるという作用を有する。

【0018】

本発明の第 8 の態様に係る発明は、複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記各アンテナ素子で受信した信号を各々伝送する複数の第 1 の無線回路部と、前記第 1 の無線回路部を伝送した信号のいずれかを選択する第 1 の選択手段と、前記アレーアンテナで受信した信号のいずれかを選択する第 2 の選択手段と、前記第 2 の選択手段で選択された信号を伝送する第 2 の無線回路部と、前記第 1 の選択手段で選択された信号と前記第 2 の無線回路部を伝送した信号を用いて第 1 の無線回路部で発生する振幅偏差および位相偏差を検出する補正值検出手段と、前記第 1 の無線回路部を伝送した信号から伝搬遅延時間の異なる複数のパスを別々に検出する複数の第 1 の相関器と、前記第 1 の相関器で検出された夫々のパスのチャンネル推定値を求める複数の第 1 のチャンネル推定手段と、前記第 2 の無線回路部を伝送した信号から前記第 1 の相関器と同じ複数のパスを別々に検出する複数の第 2 の相関器と、前記第 2 の相関器で検出された夫々のパスのチャンネル推定値を求める複数の第 2 のチャンネル推定手段と、前記第 1 のチャンネル推定手段の出力からパス毎の電力を検出する複数の電力検出手段と、前記第 2 のチャンネル推定手段の出力に対して同じパスの前記第 1 のチャンネル推定手段の出力の共役複素数を乗算する複数の乗算手段と、前記複数の電力検出手段の出力を加算する第 1 の加算器と、前記複数の乗算手段の出力を加算する第 2 の加算器とを備え、前記補正值検出手段は前記第 1 の加算器の出力と第 2 の加算器の出力を用いて振幅偏差および位相偏差を検出することを特徴とすることで、通信に不要な干渉信号を混入することなく、受信信号を用いてキャリブレーションを行うことができるという作用を有する。また、受信ブランチにおけるチャンネル推定値を用いることで、受信ブランチとキャリブレーションブランチの位相偏差を保存したまま、RAKE 合成を行うことが可能であり、パスダイバーシチ利得により補正值を精度よく検出することができるという作用を有する。

【0019】

本発明の第 9 の態様に係る発明は、第 8 の態様に係る構成において、前記第 1 の選択手段と前記第 2 の選択手段で選択する信号を制御する選択制御手段を備え、前記第 1 の選択手段から出力される信号と前記第 2 の選択手段から出力される信号が同じアンテナ素子で受信された信号が選択されるように制御されることを特徴とすることで、RAKE 合成に使用する所望のアンテナを任意に選択することができるという作用を有する。

【0020】

本発明の第 10 の態様に係る発明は、第 3 または 9 の態様に係る構成において、選択制御手段は、前記第 1 の選択手段と前記第 2 の選択手段に対して、あらかじめ定められた順序もしくは任意の順序で信号を選択するように制御するか、または、あらかじめ定められた時間間隔もしくは任意の時間間隔で信号を選択するように制御することを特徴とすることで、RAKE 合成に使用する所望のアンテナを任意に選択することができるという作用を有する。

【0021】

本発明の第 11 の態様に係る発明は、第 3、9 および 10 のいずれかの態様に係る構成において、前記補正值検出手段から出力される補正值を、前記第 1 の選択手段と前記第 2 の選択手段で選択されたアンテナ素子に対して別々に記憶する補正值メモリ手段を備え、アンテナ素子毎の補正值を用いてアレー合成処理を行うことを特徴とすることで、各受信ブランチ毎に補正值を得ることができるという作用を有する。

【0022】

本発明の第 12 の態様に係る発明は、第 2 または 8 の態様に係る構成において、前記電力検出手段または前記第 1 の加算器の出力信号に対して時間平均を行う第 1 の時間平均化手段と、前記乗算手段または前記第 2 の加算器の出力信号に対して時間平均を行う第 2 の

時間平均化手段を備え、前記第1および第2の時間平均化手段は、1回の処理において前記加算器より出力される信号を複数個記憶しておき、時間的に平均処理を行うことを特徴とすることで、アレーアンテナの受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を補正する補正値を、一層精度良く検出することができるという作用を有する。

【0023】

本発明の第13の態様に係る発明は、第1、2および6から8のいずれかの態様に係る構成において、前記補正値検出手段の出力信号に対して時間平均を行う時間平均化手段を備え、1回の補正値検出処理において前記補正値検出手段より出力される信号を複数個記憶しておき、時間的に平均処理を行うことを特徴とすることで、アレーアンテナの受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を補正する補正値を、一層精度良く検出することができるという作用を有する。

【0024】

本発明の第14の態様に係る発明は、第2または8の態様に係る構成において、アレー合成処理手段の出力信号から受信電力の大きなユーザを検出するユーザ制御手段を備え、前記ユーザ制御手段において検出したユーザに対して前記第1の相関器および前記第2の相関器において相関演算を行うようにユーザ制御を行うことを特徴とすることで、アレーアンテナの受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を補正する補正値を、精度良く検出することができるという作用を有する。

【0025】

本発明の第15の態様に係る発明は、第9の態様に係る構成において、アレーアンテナの各アンテナ素子で受信した信号の電力を検出する受信電力検出手段を備え、前記受信電力検出手段において検出した電力情報を用いて、前記選択制御手段において受信信号を選択するように制御を行うことを特徴とすることで、アレーアンテナの受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を補正する補正値を精度良く検出することができるという作用を有する。

【0026】

本発明の第16の態様に係る発明は、第15の態様に係る構成において、選択制御手段では、受信電力が大きな信号が伝送されるアンテナ素子を優先的に選択するように制御することを特徴とすることで、RAKE合成に使用する所望のアンテナの選択を受信電力が大きな受信ブランチに対応して選択することができるという作用を有する。

【0027】

本発明の第17の態様に係る発明は、第11の態様に係る構成において、前記アレーアンテナのアンテナ素子間結合を補正する補正行列をあらかじめ記憶しておく素子間結合補正行列メモリ手段を備え、前記複数の第1の無線回路部から出力される信号と前記補正値メモリ手段に記憶されている受信ブランチ毎の補正値と前記素子間結合補正行列メモリ手段に記憶されている補正行列を用いてアレー合成処理を行い受信データを出力することを特徴とすることで、アンテナ素子間結合の補正を同時に行うことができるという作用を有する。

【0028】

本発明の第18の態様に係る発明は、第2または8の態様に係る構成において、前記複数の第1および第2の相関器と前記複数の第1および第2のチャネル推定手段と前記複数の電力検出手段と前記複数の演算手段と前記第1および第2の加算器から構成される処理ブロックを複数有し、前記処理ブロックにおける第1の加算器からの出力を合成する第1のユーザ合成手段と、前記処理ブロックにおける第2の加算器からの出力を合成する第2のユーザ合成手段を備え、前記処理ブロックではユーザ毎に処理を行い、前記第1および第2のユーザ合成手段においてユーザ合成した結果を用いて補正値を検出することを特徴とすることで、アレーアンテナの受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を補正する補正値を、精度良く検出することができるという作用を有する。

【発明の効果】

【0029】

本発明の無線通信装置によれば、通信に不要な干渉信号を混入することなく、受信信号を用いてキャリブレーションを行うことが可能となる。また、受信ブランチにおけるチャネル推定値を用いることで、受信ブランチとキャリブレーションブランチの位相偏差を保存したまま、RAKE合成を行うことが可能であり、パスダイバーシチ利得により補正値を精度よく検出することが可能であるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明の実施の形態について図1から図14を用いて説明する。

【0031】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1による無線通信装置のブロック結線図である。相関器105-1および105C-1、チャネル推定手段106-1および106C-1、電力検出手段107-1、演算手段108-1からなる振幅・位相偏差検出系120はパスの数に対応してM個有している。

【0032】

以下、この図1の構成の無線通信装置をCDMA通信システムに適用することを想定して、その受信動作について説明する。

【0033】

アレーアンテナ101は複数のアンテナ素子から構成されている。ここではアンテナの素子数をNとする。アダプティブアレーアンテナでは、各アンテナ素子に対応してN個の受信系統が構成され、ここでは受信ブランチと呼ぶ。各受信ブランチには、無線回路部103-1、103-2、・・・、103-Nが設けられており、それぞれ複数のアンテナ素子の各々に結線されている。結線には伝送路などが用いられる。この無線回路部103-1、103-2、・・・、103-Nは、アンテナ素子で受信した信号に対してベースバンド周波数または中間周波数に周波数変換を行う処理、受信信号の振幅レベルを調整する処理、受信アナログ信号をデジタル信号に変換する処理などの機能を持つ。各受信ブランチの信号はアレー合成処理手段112に入力される。アレー合成処理手段112では、入力した複数の信号に対して適応的に処理を行うことで、良好な受信データを出力する。この状態では、アレー合成処理手段112の入力信号は、受信ブランチの特性により振幅変動と位相回転が発生している。この振幅変動と位相回転が、受信ブランチ間において異なることから各入力信号間に振幅偏差・位相偏差が発生する。

【0034】

各受信ブランチには、アレーアンテナ101における各アンテナ素子近傍に電力分配手段102-1、102-2、・・・、102-Nが設置され、アンテナ素子で受信した受信信号のわずかな電力を分配して選択手段104-1に出力する。選択手段104-1では、選択制御手段113からの制御信号によりN個ある入力信号から1つを選択して、無線回路部103Cに出力する。無線回路部103Cは、受信ブランチにおける無線回路部103-1、103-2、・・・、103-Nと同様のものである。ここでは、この受信系統をキャリブレーション用ブランチと呼ぶ。このキャリブレーション用ブランチの出力信号は、キャリブレーション用ブランチの特性により振幅変動と位相回転が発生している。

【0035】

受信ブランチにおける無線回路部103-1、103-2、・・・、103-Nの出力信号は選択手段104-2にも入力される。選択手段104-2では、選択制御手段113からの制御信号によりN個ある入力信号から1つを選択して出力する。選択制御手段113では、選択手段104-1および104-2において、選択する受信ブランチと選択動作を行うタイミングが同じになるように、選択制御信号を出力する。また、選択制御における、受信ブランチを選択する順序は、あらかじめ定められた順序としてもよいし、任意の順序としてもよい。また、選択制御を行う時間間隔も、あらかじめ定められた時間間隔としてもよいし、任意の時間間隔としてもよい。

【0036】

ここで、選択制御手段113において、第n受信ブランチの信号を出力するように制御されたとする。また、第nアンテナには伝搬時間の異なる複数の信号が到来しているので、これら複数の信号の伝搬路を第1パス、・・・、第Mパスとする。

【0037】

選択手段104-2から出力される信号は、第nアンテナで受信された信号であり、相関器105-1、・・・、105-Mに入力される。相関器105-1、・・・、105-Mでは、第1パス、・・・、第Mパスを伝搬してアンテナに到来した信号に対して、それぞれの信号の受信タイミングにあわせて相関演算を行う。これにより、相関器105-1、・・・、105-Mでは、第nアンテナで受信された第1パス、・・・、第Mパスを伝搬してきた信号がそれぞれ取り出される。相関器105-1、・・・、105-Mにおける処理内容は、逆拡散処理に相当する。

【0038】

チャネル推定手段106-1、・・・、106-Mは、各相関器105-1、・・・、105-Mの出力信号を用いてチャネル推定処理を行う。これにより、各チャネル推定手段106-1、・・・、106-Mでは、第1パス、・・・、第Mパスを伝搬してきた信号のチャネル推定値を示す複素数を出力する。このチャネル推定値には、各パスにおいて信号が受けたフェージング変動による振幅変動と位相回転、また、受信ブランチによる振幅変動と位相回転が含まれる。

【0039】

107の電力検出手段107-1、・・・、107-Mでは、各チャネル推定手段106-1、・・・、106-Mから出力されるチャネル推定値を用いて、各パスの電力を検出する。検出方法としては、各チャネル推定手段106-1、・・・、106-Mから出力されるチャネル推定値に対して、同じチャネル推定値の共役複素数を乗算する方法がある。加算器109では、各電力検出手段107-1、・・・、107-Mの出力信号を加算する。つまり、各電力検出手段107-1、・・・、107-Mと加算器109により、各チャネル推定手段106-1、・・・、106-Mから出力される各パスのチャネル推定値に対してRAKE合成を行うこととなる。

【0040】

第nアンテナで受信された信号は、さらに、選択手段104-1で選択されて相関器105C-1、・・・、105C-Mに入力される。各相関器105C-1、・・・、105C-Mでは、第1パス、・・・、第Mパスを伝搬してアンテナに到来した信号に対して、それぞれの信号の受信タイミングにあわせて相関演算を行う。

【0041】

チャネル推定手段106C-1、・・・、106C-Mは、各相関器105C-1、・・・、105C-Mの出力信号を用いてチャネル推定処理を行う。これにより、各チャネル推定手段106C-1、・・・、106C-Mでは、第1パス、・・・、第Mパスを伝搬してきた信号のチャネル推定値を検出する。このチャネル推定値には、各パスにおいて受けたフェージング変動による振幅変動と位相回転、また、キャリブレーション用ブランチによる振幅変動と位相回転が含まれる。

【0042】

108の演算手段108-1、・・・、108-Mでは、各チャネル推定手段106C-1、・・・、106C-Mから出力されるキャリブレーション用ブランチのチャネル推定値と、受信ブランチにおける各チャネル推定手段106-1、・・・、106-Mから出力される同じパスにおけるチャネル推定値を用いて、受信ブランチのチャネル推定値に対するキャリブレーション用ブランチのチャネル推定値の振幅比と位相回転量を検出する。検出方法としては、各チャネル推定手段106C-1、・・・、106C-Mから出力されるキャリブレーション用ブランチのチャネル推定値に対して、各チャネル推定手段106-1、・・・、106-Mから出力される同じパスにおける受信ブランチのチャネル推定の共役複素数を乗算する方法がある。これにより、各演算手段108-1、・・・、

108-Mでは、各パスにおいて受けたフェージング変動による位相回転が補償され、フェージング変動による振幅あるいは電力情報および各ブランチによる振幅変動と位相変動を含んだ複素数信号を出力する。加算器109Cでは、各演算手段108-1、・・・、108-Mの出力信号を加算する。つまり、各演算手段108-1、・・・、108-Mと加算器109Cにより、各チャネル推定手段106C-1、・・・、106C-Mから出力される各パスのチャネル推定値に対してRAKE合成を行うこととなる。

【0043】

補正值検出手段110では、加算器109の出力信号と加算器109Cの出力信号を比較することで、キャリブレーション用ブランチに対する受信ブランチの振幅変動と位相回転を検出する。この検出結果が補正值となる。補正值メモリ手段111では、補正值検出手段110の出力である補正值を各受信ブランチ別に記憶しておく。

【0044】

アレー合成処理手段112では、各受信ブランチからの信号と補正值メモリ手段111における各受信ブランチの補正值を用いてアレー合成処理を行う。アレー合成処理手段112におけるアレー合成方法、アレー合成における受信ウエイト生成手法に関してはいくつか手法がある。例えば、最小2乗誤差法に基づく受信ウエイト生成手法や、受信信号の到来方向を推定し、その推定方向に対して指向性ビームを形成する受信ウエイトを生成する手法などがある。ここでは、それらの手法について特定はしない。しかし、受信ウエイト生成に際して受信ブランチ間に発生する振幅偏差と位相偏差の補正が必要になるときは、補正值メモリ手段111に記憶されている補正值を用いる。

【0045】

次に、補正值の検出過程の一例を(式1)～(式7)を用いて説明する。ここでは、説明を簡単にするために、受信信号の干渉成分と雑音成分を無視して考えるものとする。

【0046】

いま、図1の選択制御手段113において、第nアンテナを選択するように制御されているとする。第mパスを伝搬してきた信号に対して、チャネル推定手段106-mにおいて検出したチャネル推定値は(式1)のように示される。

【0047】

【数1】

$$h_{n,m} = Z_n \cdot F_m \quad (1)$$

【0048】

ここで、 Z_n は第n受信ブランチによる振幅変動と位相回転を表している。また、 F_m は第mパスにおいて受けたフェージング変動による振幅変動と位相回転を表している。電力検出手段107-mの出力は(式2)のようになる。

【0049】

【数2】

$$x_{n,m} = h_{n,m} \cdot h_{n,m}^* = |Z_n|^2 \cdot |F_m|^2 \quad (2)$$

【0050】

加算器109の出力を X_n とすると、(式3)のようになる。

【0051】

【数3】

$$X_n = \sum_{m=1}^M x_{n,m} = |Z_n|^2 \cdot \sum_{m=1}^M |F_m|^2 \quad (3)$$

【0052】

また、キャリブレーション用ブランチに対しても同様に、第mパスを伝搬してきた信号に対して、チャネル推定手段106C-mにおいて検出したチャネル推定値は(式4)のように示される。

【0053】

【数4】

$$h_{cal,m} = Z_{cal} \cdot F_m \quad (4)$$

【0054】

ここで、 Z_{cal} はキャリブレーション用ブランチによる振幅変動と位相回転を表している。演算手段108-mの出力は(式5)のようになる。

【0055】

【数5】

$$y_{n,m} = h_{cal,m} \cdot h_{n,m}^* = Z_{cal} \cdot Z_n^* \cdot |F_m|^2 \quad (5)$$

【0056】

加算器109Cの出力を Y_n とすると、(式6)のようになる。

【0057】

【数6】

$$Y_n = \sum_{m=1}^M y_{n,m} = Z_{cal} \cdot Z_n^* \cdot \sum_{m=1}^M |F_m|^2 \quad (6)$$

【0058】

補正值検出手段110では、加算器109の出力と、加算器109Cの出力を用いてキャリブレーション用ブランチに対する受信ブランチの変動を検出し、その結果が補正值となる。補正值を C とすると(式7)のように表せる。

【0059】

【数7】

$$C_n = \frac{Y_n}{X_n} = \frac{Z_{cal} \cdot Z_n^*}{|Z_n|^2} \quad (7)$$

【0060】

補正值メモリ手段111では、補正值検出手段110において(式7)により検出した補正值 C_n を記憶しておく。記憶しておく際には、受信ブランチ毎に別々に記憶しておく。

【0061】

選択制御手段113により受信ブランチの選択制御を行い、以上の補正值検出の処理を全ての受信ブランチに対して行う。これにより、受信ブランチ間に発生する振幅偏差および位相偏差を補正する補正值を検出することができる。

【0062】

次に、アレー合成処理手段112における受信ブランチ間の補正方法を説明する。アレー合成処理手段112では、各受信ブランチからの信号と、補正值メモリ手段111の補正值を用いて受信データを検出する。

【0063】

このアレー合成処理手段112における受信ブランチ間の偏差の補正方法を図2を用いて説明する。

【0064】

図2は、アレー合成処理手段112のブロック結線図である。乗算器201-1、201-2、・・・201-Nでは、各受信ブランチからの信号に対して、補正值メモリ手段111からの各受信ブランチに対応した補正值を乗算する。これにより、アンテナ素子で受信した信号が受信ブランチより受けた振幅偏差と位相偏差を補正することができる。ウェイト生成手段202では、各乗算器201-1、201-2、・・・201-Nの出力信号を用いて受信ウェイトを生成する。ウェイト乗算および加算手段203では、各乗算器201-1、201-2、・・・201-Nの出力信号に対して、ウェイト生成手段2

02により生成したウェイトを用いて重み付けしたあと合成を行う。合成信号が受信データとして出力される。

【0065】

ここで、本実施の形態1で示した補正值の検出過程と、従来技術における補正值の検出過程について比較を行う。従来技術による検出過程の一例を図14に示すブロック構成図および(式8)～(式11)を用いて説明する。ここでは、説明を簡単にするために、受信信号の干渉成分と雑音成分を無視して示す。

【0066】

選択制御手段1013において、第nアンテナを選択するように制御されているとする。また、信号は第mパスを伝搬してきた信号とする。

【0067】

無線回路部1003-nを伝送してきた受信信号に対して、チャネル推定手段1006-1において検出したチャネル推定値は(式8)のように示される。

【0068】

【数8】

$$h_{n,m} = Z_n \cdot F_m \quad (8)$$

【0069】

ここで、 Z_n は第n受信ブランチによる振幅変動と位相回転を表している。また、 F_m は信号が伝搬する際に受けたフェージング変動による振幅変動と位相回転を表している。

【0070】

また、キャリブレーション用ブランチに対しても同様に、無線回路部1003Cを伝送してきた受信信号に対して、チャネル推定手段1006C-1において検出したチャネル推定値は(式9)のように示される。

【0071】

【数9】

$$h_{cal,m} = Z_{cal} \cdot F_m \quad (9)$$

【0072】

ここで、 Z_{cal} はキャリブレーション用ブランチによる振幅変動と位相回転を表している。

【0073】

補正值検出手段1010では、(式8)のチャネル推定値と、(式9)のチャネル推定値を用いてキャリブレーション用ブランチに対する受信ブランチの変動を検出し、その結果が補正值となる。補正值を C_m とすると(式10)のように表せる。

【0074】

【数10】

$$C_{n,m} = \frac{h_{cal,m}}{h_{n,m}} = \frac{Z_{cal} \cdot Z_n^*}{|Z_n|^2} \quad (10)$$

【0075】

本実施の形態1における発明と条件を同じにするためには、補正值検出に用いるパス数を複数にする必要がある。複数パスにより平均化を行うと補正值Cは(式11)のように表せる。

【0076】

【数11】

$$C_n = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M C_{n,m} = \frac{Z_{cal} \cdot Z_n^*}{|Z_n|^2} \quad (11)$$

【0077】

ところで、(式8) および (式9) で示されるチャネル推定値における受信信号のフェージング変動 F_m は瞬時変動であり、各パスに対してはそれぞれ独立に変動している。このため、複数のパスがあったとしても、チャネル推定値を合成または平均化するような処理を行っても精度を向上させることができない。

【0078】

また、補正值 C_m は (式10) で示されるように、除算により求められる。除算では分母の精度が悪くと、除算後の精度が著しく劣化してしまう。このように、従来技術では除算の前に複数パスを用いて精度を向上させることができない。

【0079】

これに対して、本実施の形態2の発明では、(式3) および (式6) で示すように、除算を行う前に複数のパスを合成して精度を向上させることが可能である。これにより、除算における分母の精度を向上させることで、除算後の精度の著しい劣化を抑える効果があることが分かる。

【0080】

次に、本実施の形態1の発明による補正值検出精度について、一例をあげて従来技術と比較する。比較は、計算機シミュレーションによる補正值検出精度を示すことで行う。図3と図4が、計算機シミュレーションによる補正值検出精度の一例である。シミュレーション条件は、信号を直接拡散方式のCDMA信号とし、受信アンテナに到来するパス数は12パス、各パスの遅延時間は先頭受信パスに対して1チップずつの遅延時間、各パスの平均受信電力は指数減衰するものとする。そして、各パスはそれぞれ独立にレイリーフェージングしているものとする。

【0081】

電力分配手段102-1、102-2、・・・、102-Nでは、受信信号のわずかな電力を分配してキャリブレーション用ブランチに伝送している。ここでは、受信電力に対して10デシベル低い電力の信号を分配してキャリブレーションブランチに伝送するものとする。また、本実施の形態1の発明による補正值は、(式7) により検出するものとする。ここで、補正值検出に用いるパス数は8とした。また、従来技術による補正值は、(式11) により検出するものとする。

【0082】

図3は検出した補正值の振幅精度を示しており、図4は検出した補正值の位相精度を示している。図3および図4において、実線は本実施の形態1における発明による検出精度を示しており、破線は従来技術による検出精度を示している。

【0083】

図3および図4に示すシミュレーション結果から、従来技術による検出精度に対して本実施の形態1の発明による検出精度は、振幅精度および位相精度それぞれ5～10デシベル精度が向上している。

【0084】

このように、本実施の形態1の発明と従来技術に対して同じように複数パスを用いて補正值を検出した場合であっても、本実施の形態1における発明のようにRAKE合成することにより検出精度が大幅に向上することがわかる。

以上のように本実施の形態の発明によれば、受信ブランチのチャネル推定値とキャリブレーション用チャネル推定値を用いて、受信ブランチ間に発生する振幅偏差・位相偏差を補正する補正值を検出することが可能であり、その際にRAKE合成を行うことによりパスダイバーシチ利得により補正值検出における精度を向上させることが可能となる。

【0085】

なお、本実施の形態においては、キャリブレーションに用いる信号は、通信を行っている移動局からの信号を用いているので、移動局としてあらかじめキャリブレーション専用の移動局を用意しておき、その移動局からの信号を用いてキャリブレーションを行う構成としてもよい。

【0086】

また、以上の説明においては、各無線回路部 103-1、103-2、・・・、103-N の出力信号を選択手段 104-2 に入力し、選択制御手段 113 の信号により 1 つを選択して出力している構成であるが、これに限定したのではなく、各受信ブランチ内に相関器とチャネル推定手段とを設け、各受信ブランチのチャネル推定値から 1 つの受信ブランチのチャネル推定値を選択するような構成としてもよい。

【0087】

また、補正值メモリ手段 111 では、アレーアンテナや無線通信装置を製造または設置した段階における受信ブランチ間の振幅および位相偏差を測定し、記憶しておくことで、無線通信装置の電源投入時における初期状態の補正に用いることも可能となる。

【0088】

また、無線通信信号として OFDM 信号を用いた場合には、相関器 105-1、105-2、・・・、105-N および 105C において、OFDM 信号をパス毎に出力するように相関演算を行うことで、本実施の形態と同様の効果を得ることができる。例えば、相関器 105-1、105-2、・・・、105-N および 105C として、OFDM 信号の既知シンボルで相関演算を行う方法がある。

【0089】

また、以上の説明においては、受信ブランチとは別のキャリブレーションブランチを有する構成について説明したが、受信ブランチの 1 つをキャリブレーションブランチとして用いる構成としても補正を行うことは可能である。この場合は、アレーアンテナとしては受信ブランチが 1 ブランチ無い状態となる。

【0090】

また、本実施の形態では、受信ブランチに対する相関器 105-1、105-2、・・・、105-N とチャネル推定手段 106-1、106-2、・・・、106-N と、キャリブレーション用ブランチに対する相関器 105C とチャネル推定手段 106C はそれぞれ同じものであるので、共用する構成としても構わない。その場合には、選択手段 104-2 から出力される受信ブランチの信号および無線回路部 103C から出力されるキャリブレーション用ブランチの信号を一定時間記憶しておき、時間的に分割して相関演算とチャネル推定処理を行うか、選択手段 104-2 から出力される受信ブランチの信号および無線回路部 103C から出力されるキャリブレーション用ブランチの信号を微小時間の間に切り替えて相関演算とチャネル推定処理を行えばよい。

【0091】

また、相関器 105-1、105-2、・・・、105-N および 105C における相関演算、チャネル推定手段 106-1、106-2、・・・、106-N および 106C におけるチャネル推定処理、電力検出手段 107-1、107-2、・・・、107-N における電力検出処理、演算手段 108-1、108-2、・・・、108-N における演算処理、加算器 109 および 109C における加算演算、補正值検出手段 110 における補正值検出演算は、計算機プログラムにより記述されることで信号処理を用いて行うことが可能である。

【0092】

(実施の形態 2)

図 5 は、本発明の実施の形態 2 による無線通信装置のブロック結線図である。本実施の形態は、移動局からの信号の中にパイロット信号のように基地局においてあらかじめ既知である信号が含まれている場合の実施の形態である。図 1 の構成との相違は振幅・位相偏差検出系 320 の構成および加算器 309、309C の出力に相関器 314、314C が接続された点である。以下実施の形態 1 と異なる点について説明する。

【0093】

チャネル推定手段 306-1、306-2、・・・、306-N は、相関器 305-1、305-2、・・・、305-N の出力を用いて受信ブランチのチャネル推定値を検出する。演算手段 308-1、308-2、・・・、308-N では、相関器 305-1、305-2、・・・、305-N の出力に対して、チャネル推定手段 306-1、306

-2、・・・、306-Nから出力された同じパスに対するチャネル推定値の共役複素数を乗算する。加算器309では、各演算手段308-1、308-2、・・・、308-Nの出力信号を加算する。つまり、各演算手段308-1、308-2、・・・、308-Nと加算器309により、各相関器305-1、305-2、・・・、305-Nから出力される各パスのチャネル推定値に対してRAKE合成を行う。相関器314では、加算器309から出力される信号に対して、パイロット信号のような既知信号で相関を取り、相関値を出力する。

【0094】

一方、演算手段308C-1、308C-2、・・・、308C-Nでは、相関器305C-1、305C-2、・・・、305C-Nの出力に対して、同じパスにおける受信ブランチのチャネル推定値の共役複素数を乗算する。加算器309Cでは、各演算手段308C-1、308C-2、・・・、308C-Nの出力信号を加算し、各相関器305C-1、305C-2、・・・、305C-Nから出力される各パスに対してRAKE合成を行う。相関器314Cでは、加算器309Cから出力される信号に対して、パイロット信号のような既知信号で相関を取り、相関値を出力する。補正值検出手段310では、相関器314から出力される相関値と相関器314Cから出力される相関値を比較することで、キャリブレーション用ブランチに対する受信ブランチの振幅変動と位相変動を検出する。

【0095】

その他の構成および動作は実施の形態1と同様である。

【0096】

(実施の形態3)

図6は、本発明の実施の形態3による無線通信装置のブロック結線図である。図1の構成との相違は加算器409、409Cの出力に時間平均化手段415、415Cが接続された点である。以下実施の形態1と異なる点について説明する。

【0097】

実施の形態1における補正值検出の処理を1回の処理とすると、1回の処理において加算器409は1つの信号を出力する。本実施の形態3ではこの処理を複数回行い、時間平均化手段415で、加算器409の出力信号、つまり、(式3)の X_n を複数回の処理に対して記憶して時間平均処理を行う。時間平均化手段415Cにおいても、同様に加算器409Cの出力信号、つまり、(式6)の Y_n を複数回の処理に対して記憶して時間平均処理を行う。補正值検出手段410は、時間平均化手段415の出力信号と時間平均化手段415Cの出力信号を比較することで、キャリブレーション用ブランチに対する受信ブランチの振幅変動と位相回転を検出する。この検出結果が補正值となる。その他の構成および動作は実施の形態1と同様である。

【0098】

本実施の形態3の発明によれば、実施の形態1に記載のアレーアンテナ1001の受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を補正する補正值を、一層精度良く検出することが可能となる。

【0099】

なお、時間平均化手段415、415Cにおける時間平均化の方法として、複数回の結果に対して移動平均を行うことや、忘却係数を用いて平均を行うことなどにより、振幅変動および位相回転の時間変動の追従性を向上させることが可能である。

【0100】

また、加算器409および409Cからの出力信号は複素数信号であることから、振幅および位相を検出することができる。そこで、複数個の振幅および位相を比較して振幅が小さい出力信号や、位相回転量が大きく異なる出力信号は信頼度が低い結果であるとして除去し、それ以外の結果を信頼度の高い結果として時間平均化手段415および415Cにおける平均化処理に使用することにより、補正值を精度良く検出することが可能となる。

【0101】

(実施の形態4)

図7は、本発明の実施の形態4による無線通信装置のブロック結線図である。実施の形態3で説明した図6の構成との相違は図6における時間平均化手段415、415Cを除去し、補正值検出手段510の出力に時間平均化手段515が接続された点である。以下実施の形態3と異なる点について説明する。

【0102】

図7の構成では、加算器509、509Cの出力信号ではなく、補正值検出手段510の出力信号、つまり、(式7)の C_n に対して、時間平均化手段515を用いて出力信号である補正值に対して時間平均を行う。その他の構成および動作は実施の形態3と同様である。

【0103】

(実施の形態5)

図8は、本発明の実施の形態5による無線通信装置のブロック結線図である。本実施の形態5は、各無線回路部1303-1、1303-2、・・・、1303-Nにおける自動利得制御増幅回路の制御情報を用いて時間平均化を行うことで比較的長い時間に対して平均化を行い、実精度良く補正值を検出する実施例である。実施の形態3で説明した図6の構成との相違は選択手段1304-3を設けた点である。以下実施の形態3と異なる点について説明する。

【0104】

選択手段1304-3は、各無線回路部1303-1、1303-2、・・・、1303-Nからの自動利得制御増幅回路の制御情報を選択し、時間平均化手段1315、1315Cにおいて自動利得制御増幅回路の制御情報を用いて平均化処理を行うことである。時間平均化手段1315、1315Cにおいて、比較的長い時間の平均化処理を行う場合、受信信号の受信電力により自動利得制御増幅回路の増幅度が変化する。この増幅度の変化の前後においては、加算器1309および1309Cの出力信号における信頼度が異なってくる。例えば、ある時点で受信電力が小さくなり増幅度が大きくなった場合を想定すると、受信電力は大きくなるが、これに伴い雑音電力も大きくなる。したがって、加算器1309、1309Cの出力は、増幅度が大きくなった後では、雑音電力が大きくなっている状態となる。しかし、時間平均化手段1315および1315Cでは、自動利得制御増幅回路の制御情報を用いて電力値を小さく調整することで雑音電力を抑えるように動作する。したがって、比較的長い時間に対して平均化を行う場合においても、キャリブレーション補正值を精度良く検出することが可能となる。その他の構成および動作は実施の形態3と同様である。

【0105】

(実施の形態6)

図9は、本発明の実施の形態6による無線通信装置のブロック結線図である。図1の構成との相違はアレー合成処理手段612の出力と相関器605-1、605-2、・・・、605-Nおよび相関器605C-1、605C-2、・・・、605C-N間にユーザ制御手段616が接続された点である。以下実施の形態1と異なる点について説明する。

【0106】

アレーアンテナ601において、複数の移動局からの信号が到来している場合、アレー合成処理手段612では、ユーザ毎にアレー合成処理が行われるので、複数のユーザのデータがそれぞれ出力される。その出力信号から、ユーザ毎の受信電力情報を取り出しのユーザ制御手段616に入力する。ユーザ制御手段616では、入力したユーザ毎の受信電力情報から受信電力が大きなユーザを検出する。相関器605-1、605-2、・・・、605-Nおよび相関器605C-1、605C-2、・・・、605C-Nでは、ユーザ制御手段616で検出された受信電力が大きなユーザの受信信号を取り出すように相関演算を行う。その他の構成および動作は実施の形態1と同様である。

【0107】

本実施の形態6の発明によれば、受信電力の大きなユーザの信号を用いて補正值の検出を行うことができるので、アレーアンテナの受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を補正する補正值を、精度良く検出することが可能となる。

【0108】

(実施の形態7)

図10は、本発明の実施の形態7による無線通信装置のブロック結線図である。図1の構成との相違は無線回路部703-1、703-2、・・・、703-Nと選択制御手段713間に受信電力検出手段717が接続された点である。以下実施の形態1と異なる点について説明する。

【0109】

受信電力検出手段717では、各受信ブランチにおける無線回路部703-1、703-2、・・・、703-Nの出力信号を入力して、受信ブランチ毎に受信電力を検出する。選択制御手段713では、受信電力検出手段717により検出した受信ブランチ毎の受信電力を用いて、受信電力の大きな受信ブランチを選択するように制御する。アレーアンテナ701において受信される信号の受信電力が各アンテナ素子により異なる場合では、受信電力の大きな受信ブランチに対して優先的にキャリブレーションを行う。その他の構成および動作は実施の形態1と同様である。

【0110】

以上のように、本実施の形態7の発明によれば、受信電力の大きな受信ブランチに対しては優先的に補正值の検出を行うことが可能となる。これにより、アレーアンテナの受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を補正する補正值を精度良く検出することが可能となる。

【0111】

(実施の形態8)

図11は、本発明の実施の形態8による無線通信装置のブロック結線図である。図1の構成との相違はアレー合成処理手段812に素子間結合補正行列メモリ手段818が接続された点である。以下実施の形態1と異なる点について説明する。

【0112】

素子間結合補正行列メモリ手段818は、アレーアンテナにおける素子間結合を補正する補正行列を記憶している。アレー合成処理手段812では、図1で説明した実施の形態1における動作に加え、素子間結合補正行列メモリ手段818に記憶されている補正行列も用いてウェイト補正を行う。ここで、補正行列とはアンテナの素子間結合を補正する行列であり、アンテナ製作時またはアンテナと基地局装置の接続時などに、この補正行列を素子間結合補正行列メモリ手段818に記憶しておく。補正行列の導出方法としては種々の方法があり、例えば文献「Calibration of a Smart Antenna for Carrying Out Vector Channel Sounding at 1.9GHz」(Larocque et al, Wirel Pers Commun Emerg Technol Enhanc Commun p259-268, 1999)に記載されている。その他の構成および動作は実施の形態1と同様である。

【0113】

以上のように、本実施の形態8の発明によれば、実施の形態1に記載のアレーアンテナの受信ブランチ間に発生する振幅・位相偏差を補正する効果に加え、アンテナ素子間結合の補正を同時に行うことが可能となる。

【0114】

(実施の形態9)

図12は、本発明の実施の形態9による無線通信装置のブロック結線図である。図1の構成との相違は、図1におけるM個分のパスの振幅・位相偏差検出系120と加算器109、109Cを1単位とするユーザのチャネル推定処理ブロック1420をユーザの数Lだけ有し、各ユーザのチャネル推定処理ブロック1420-1、1420-02、・・・、1420-Lにおける電力検出手段1407-1、1407-02、・・・、1407-L

および演算手段 1408-1、1408-02、・・・1408-L の各々の出力をそれぞれ合成するユーザ合成手段 1419C を有する点である。以下実施の形態 1 と異なる点について説明する。

【0115】

無線通信装置が、複数の移動局と通信している状況において、各ユーザのチャネル推定処理ブロック 1420-1、1420-02、・・・1402-L では、ユーザ毎にチャネル推定処理を行う。このチャネル推定処理の基本的な動作は実施の形態 1 と同じであり、各ユーザのチャネル推定処理ブロック 1420-1、1420-02、・・・1402-L では、(式 3) の X_n と (式 6) の Y_n が出力される。各ユーザのチャネル推定処理ブロック 1420-1、1420-02、・・・1402-L から出力される X_n および Y_n には、受信信号の瞬時的なフェージング変動による位相回転が含まれていない。受信ブランチによる振幅変動と位相回転を表している Z_n は、各ユーザに対して等しく含まれている。同様に、キャリブレーション用ブランチによる振幅変動と位相回転を表している Z_{cal} も、各ユーザに対して等しく含まれている。

【0116】

そこで、ユーザ合成手段 1419 では、各ユーザのチャネル推定処理ブロック 1420-1、1420-02、・・・1402-L から出力される X_n を加算して合成する。また、ユーザ合成手段 1419C では、各ユーザのチャネル推定処理ブロック 1420-1、1420-02、・・・1402-L から出力される Y_n を加算して合成する。その他の構成および動作は実施の形態 1 と同様である。

【0117】

以上のように、本実施の形態 9 の発明によれば、通信している複数のユーザの信号を用いて補正值の検出を行うことができるので、アレーアンテナの受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を補正する補正值を、精度良く検出することが可能となる。

【0118】

なお、ユーザ合成手段 1419 および 1419C において合成するユーザは、通信している全てのユーザとしても良いし、また、通信しているユーザの中の何人かを選択しても良い。合成するユーザを選択する方法としては、たとえば、各ユーザのチャネル推定処理ブロック 1420-1、1420-02、・・・1402-L において、ユーザ毎に受信電力を検出して、その検出した受信電力が大きいユーザから選択したり、ユーザ毎に S I R (信号対干渉電力比) を検出し、その検出した S I R が大きいユーザから選択すればよい。

【0119】

また、図 9 で説明した実施の形態 6 のようにユーザ制御手段 616 を有し、アレー合成処理手段 612 の出力から、各ユーザの受信電力情報および受信 S I R 情報を検出して、その検出情報を用いて合成するユーザを制御するようにしても良い。

【0120】

また、実施の形態 4 のように時間平均化手段 515 を設け、加算器 1409 または加算器の加算器の出力に対して、時間平均化処理を行うことにより補正值を精度良く検出することも可能である。

【産業上の利用可能性】

【0121】

本発明にかかる無線通信装置は、受信信号における遅延時間の異なる複数のパスを用いてキャリブレーション補正值を検出することで、精度良く補正值を検出することが可能であるという効果を有し、アダプティブアレーアンテナを用いた無線通信装置等として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0122】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 による無線通信装置のブロック結線図

【図 2】 本発明の実施の形態 1 による無線通信装置におけるアレー合成処理手段の一

例を示すブロック結線図

【図 3】 本発明の実施の形態 1 による無線通信装置の補正值検出における振幅精度のグラフ

【図 4】 本発明の実施の形態 1 による無線通信装置の補正值検出における位相精度のグラフ

【図 5】 本発明の実施の形態 2 による無線通信装置のブロック結線図

【図 6】 本発明の実施の形態 3 による無線通信装置のブロック結線図

【図 7】 本発明の実施の形態 4 による無線通信装置のブロック結線図

【図 8】 本発明の実施の形態 5 による無線通信装置のブロック結線図

【図 9】 本発明の実施の形態 6 による無線通信装置のブロック結線図

【図 10】 本発明の実施の形態 7 による無線通信装置のブロック結線図

【図 11】 本発明の実施の形態 8 による無線通信装置のブロック結線図

【図 12】 本発明の実施の形態 9 による無線通信装置のブロック結線図

【図 13】 従来技術による無線通信装置のブロック結線図

【図 14】 従来技術による無線通信装置のブロック結線図

【符号の説明】

【0123】

101、301、401、501、601、701、801、1301、1401 ア
レーアンテナ

102、302、402、502、602、702、802、1302、1402 電
力分配手段

103、303、403、503、603、703、803、1303、1403 無
線回路部

103C、303C、403C、503C、603C、703C、803C、1303
C、1403C 無線回路部

104、304、404、504、604、704、804、1304、1404 選
択手段

105、305、405、505、605、705、805、1305、1405 相
関器

105C、305C、405C、505C、605C、705C、805C、1305
C、1405C 相関器

106、306、406、506、606、706、806、1306、1406 チ
ャネル推定手段

106C、406C、506C、606C、706C、806C、1306C、140
6C チャネル推定手段

107、407、507、607、707、807、1307、1407 電力検出手
段

108、308、308C、408、508、608、708、808、1308、1
408 演算手段

109、309、409、509、609、709、809、1309、1409 加
算器

109C、309C、409C、509C、609C、709C、809C、1309
C、1409C 加算器

110、310、410、510、610、710、810、1310、1410 補
正值検出手段

111、311、411、511、611、711、811、1311、1411 補
正值メモリ手段

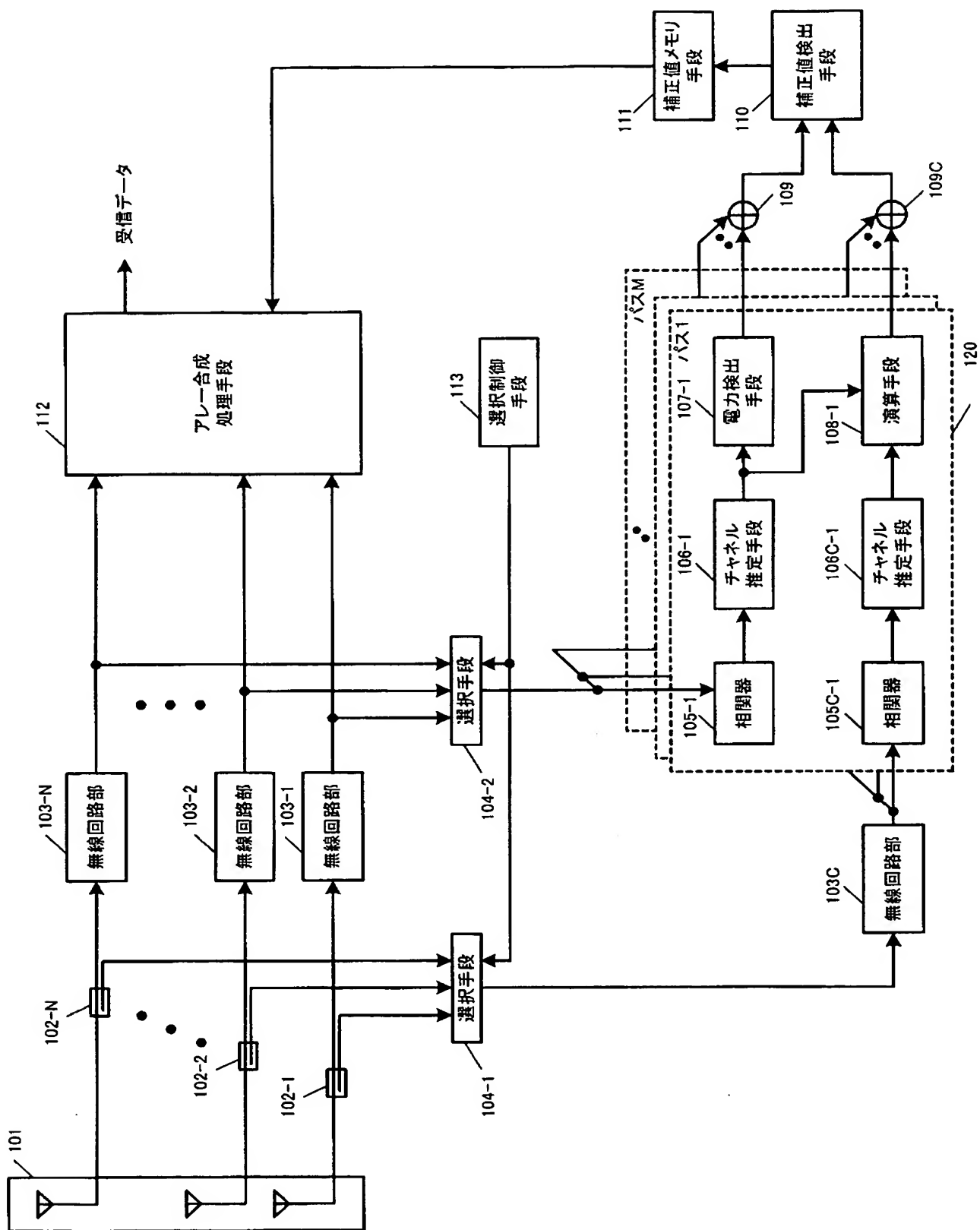
112、312、412、512、612、712、812、1312、1412 ア
レー合成処理手段

113、313、413、513、613、713、813、1313、1413 選

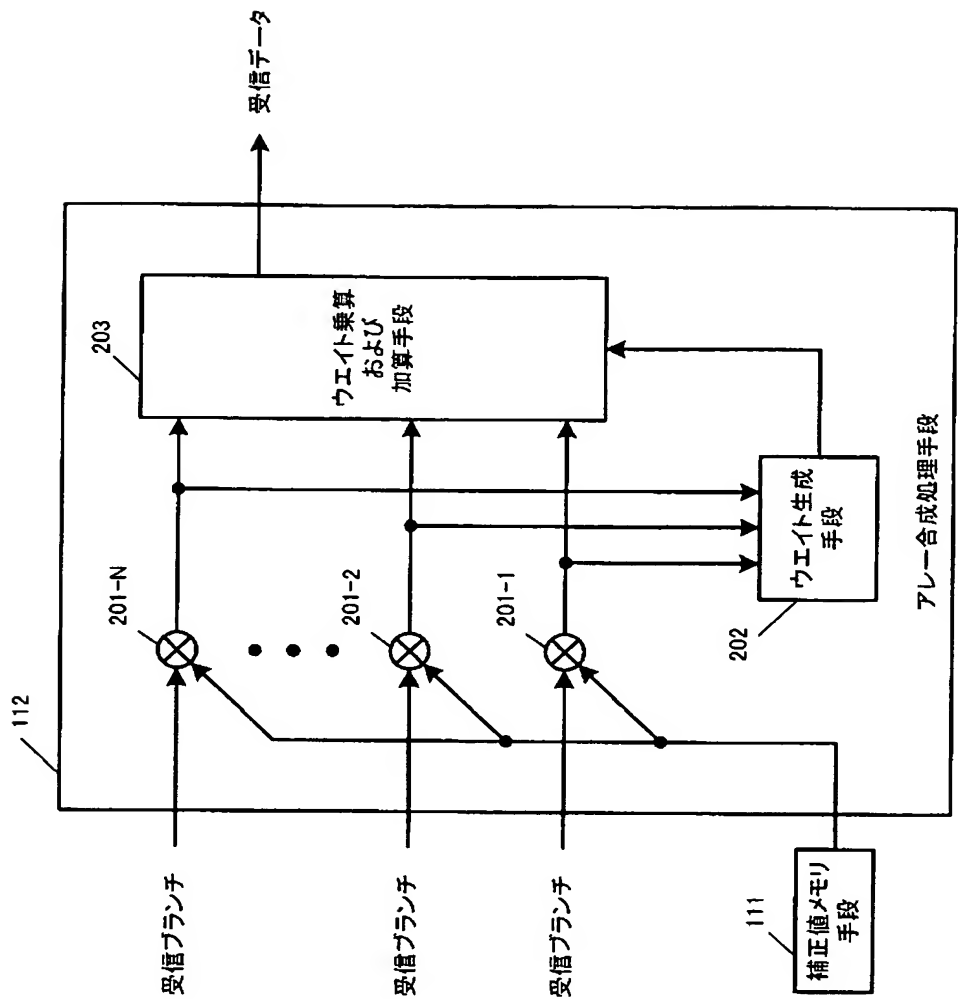
● 択制御手段

- 1 2 0、3 2 0 振幅・位相偏差検出系
- 2 0 1 乗算器
- 2 0 2 ウェイト生成手段
- 2 0 3 ウェイト乗算および加算手段
- 3 1 4、3 1 4 C 相関器
- 4 1 5、4 1 5 C、5 1 5、1 3 1 5、1 3 1 5 C 時間平均化手段
- 6 1 6 ユーザ制御手段
- 7 1 7 受信電力検出手段
- 8 1 8 素子間結合補正行列メモリ手段
- 1 4 1 9、1 4 1 9 C ユーザ合成手段
- 1 4 2 0 チャンネル推定処理ブロック

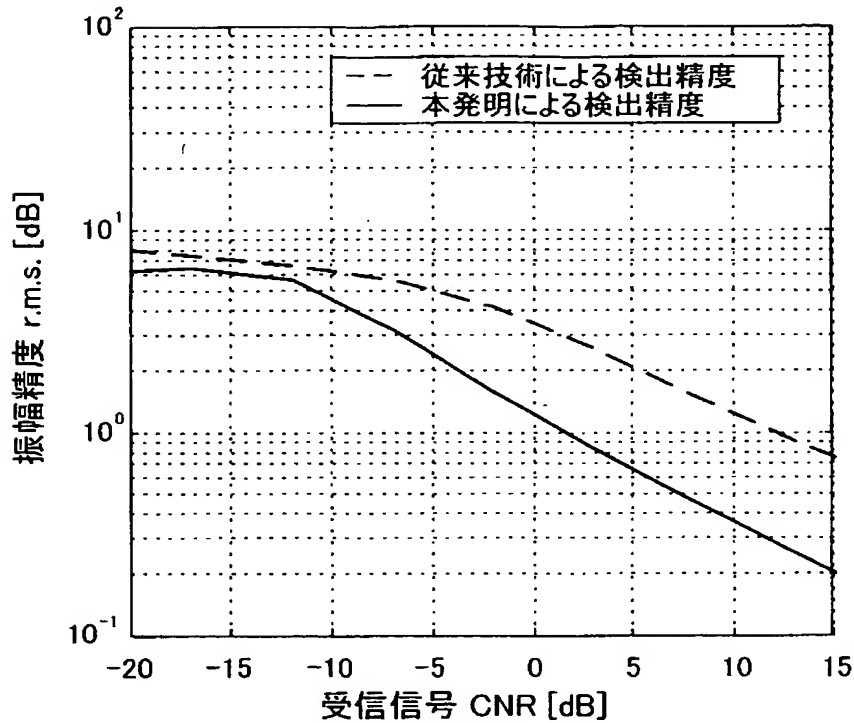
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】

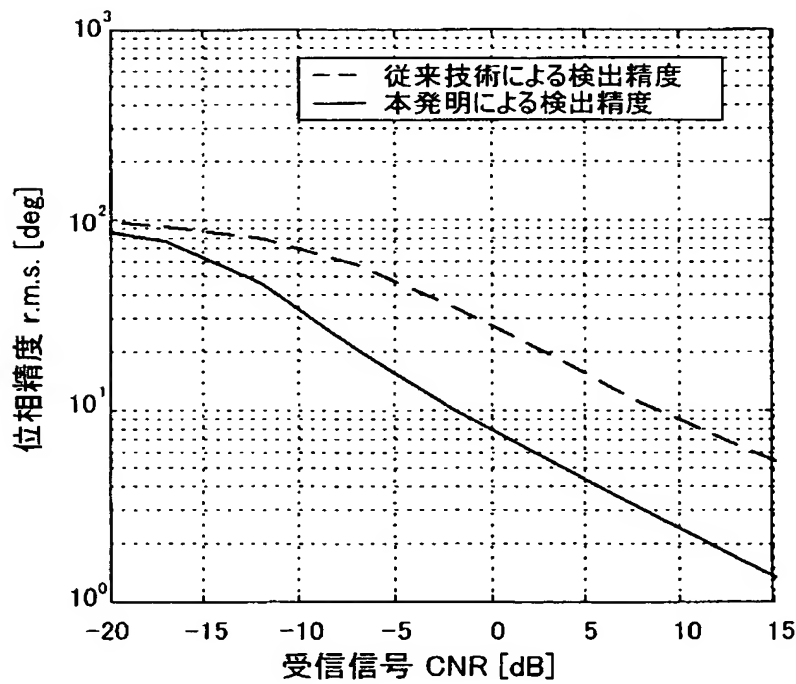


【図 3】



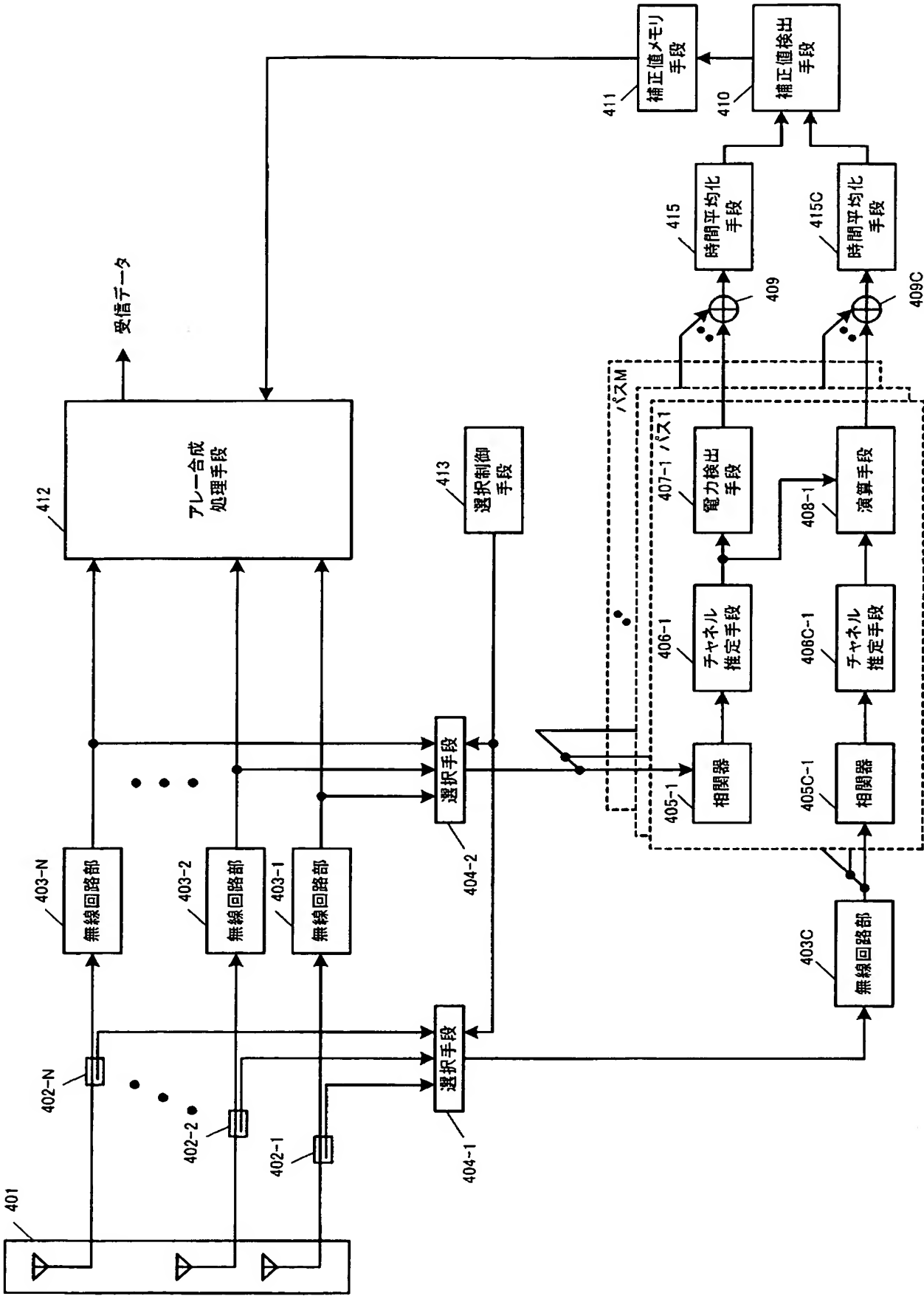
受信信号CNRに対する振幅精度

【図 4】

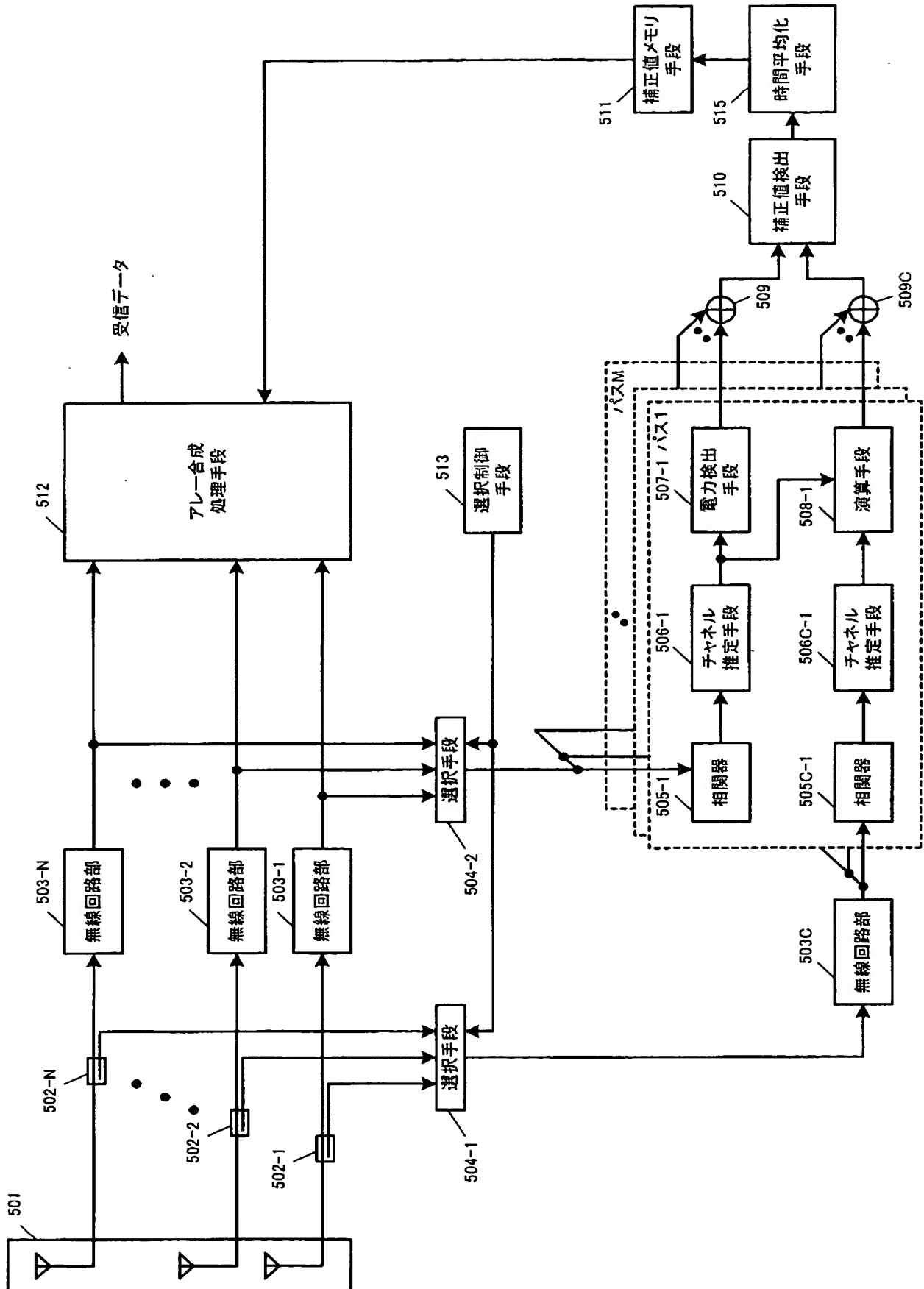


受信信号CNRに対する位相精度

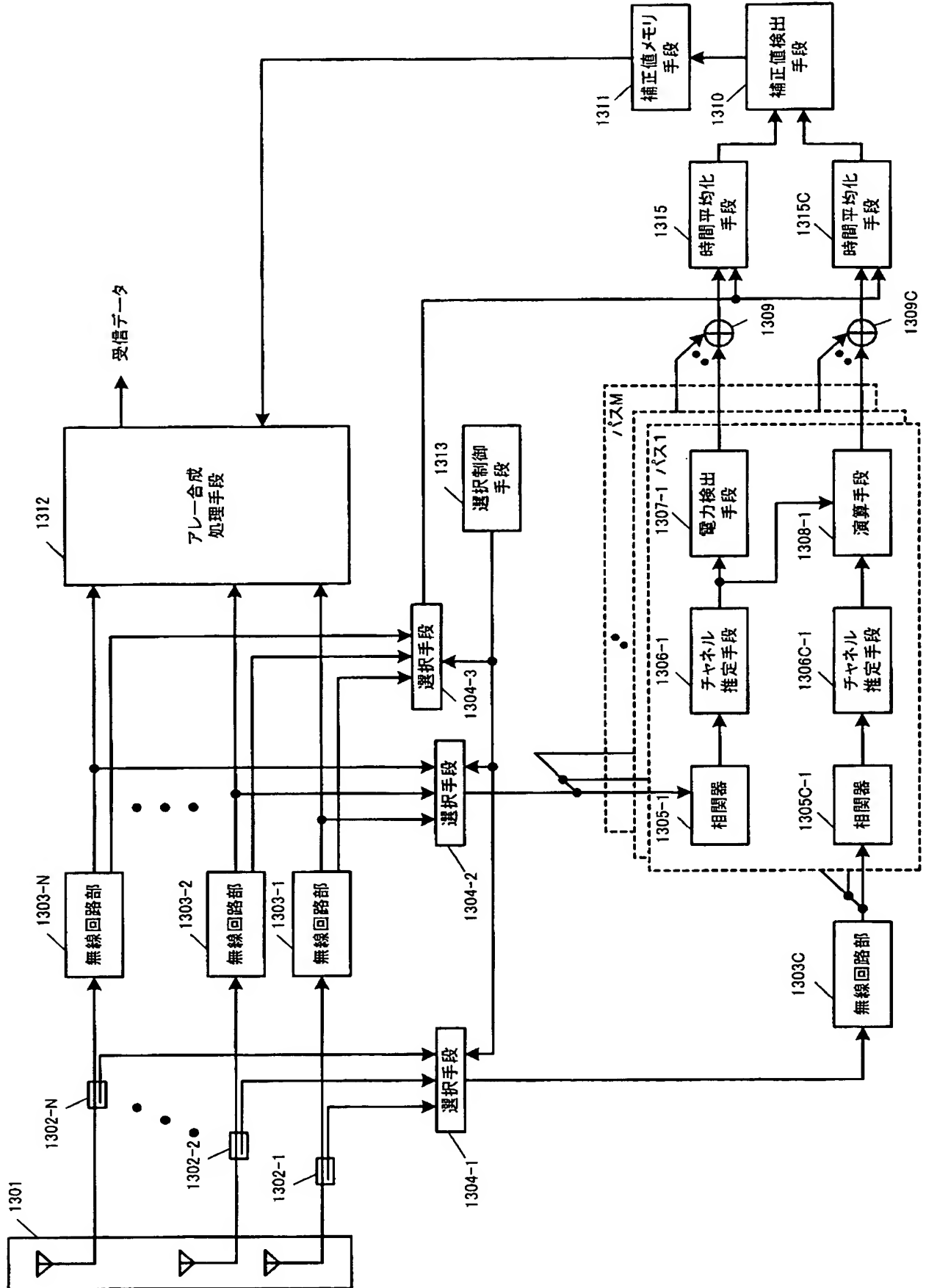
【図 6】



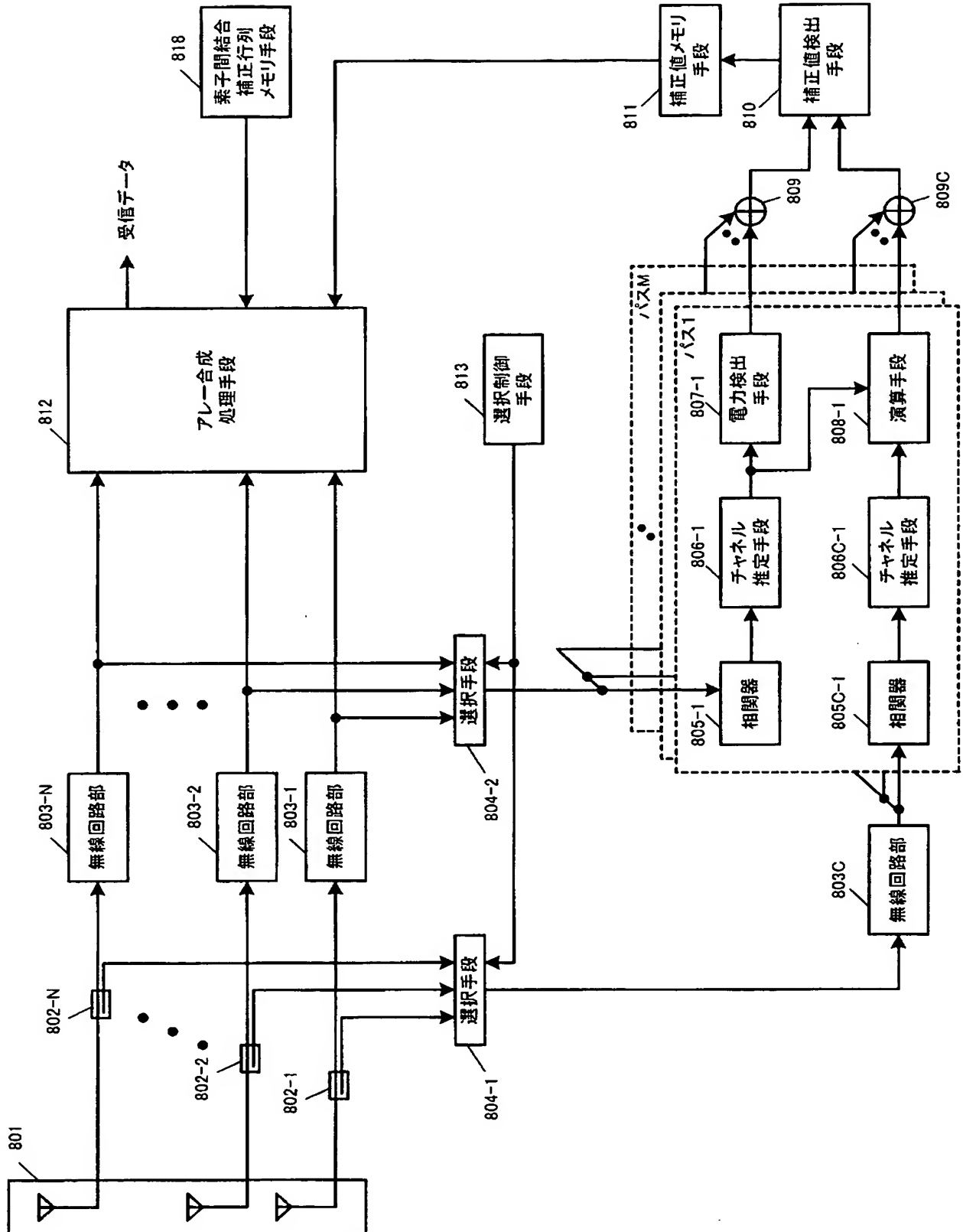
【図 7】



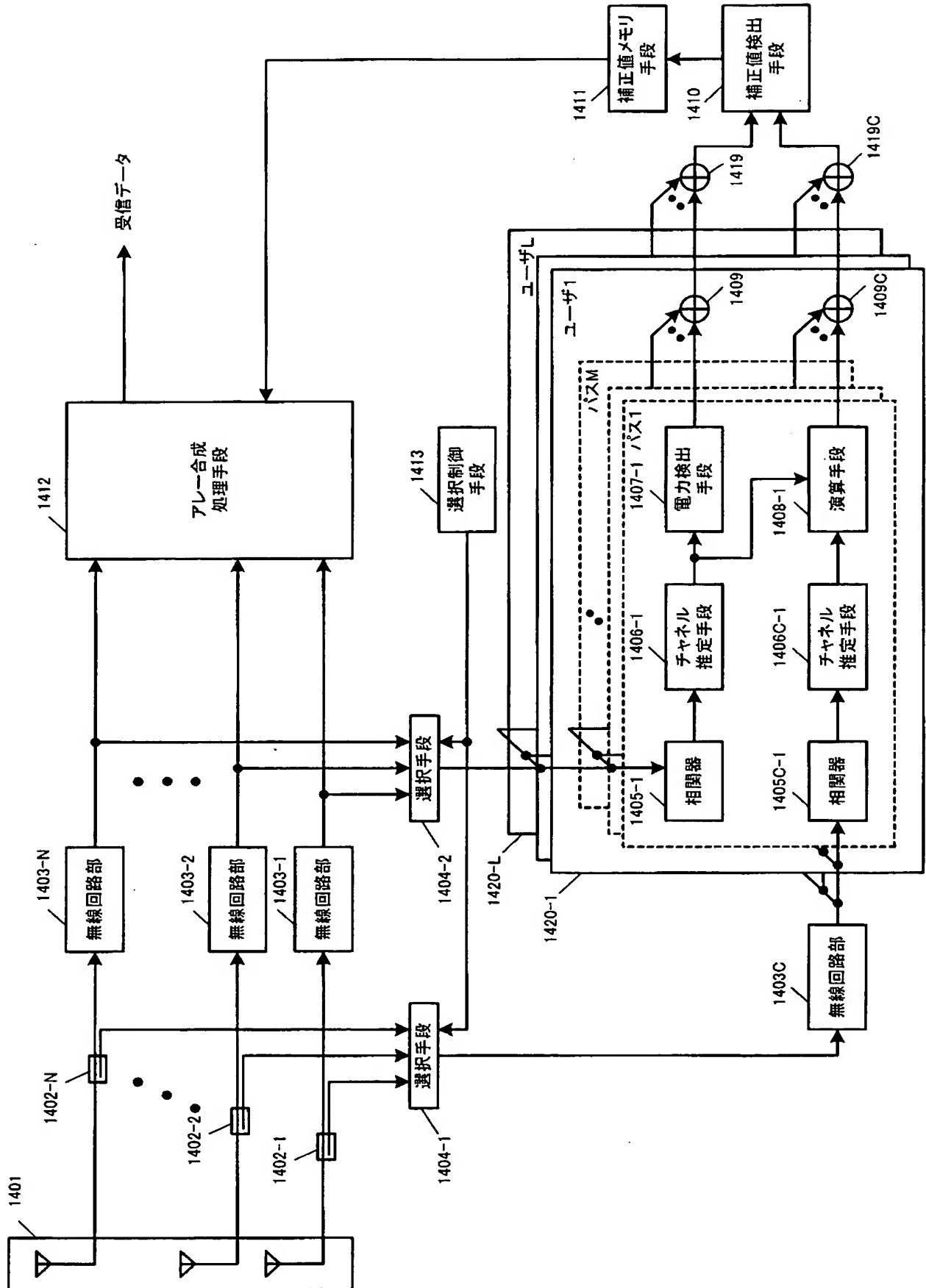
【図 8】



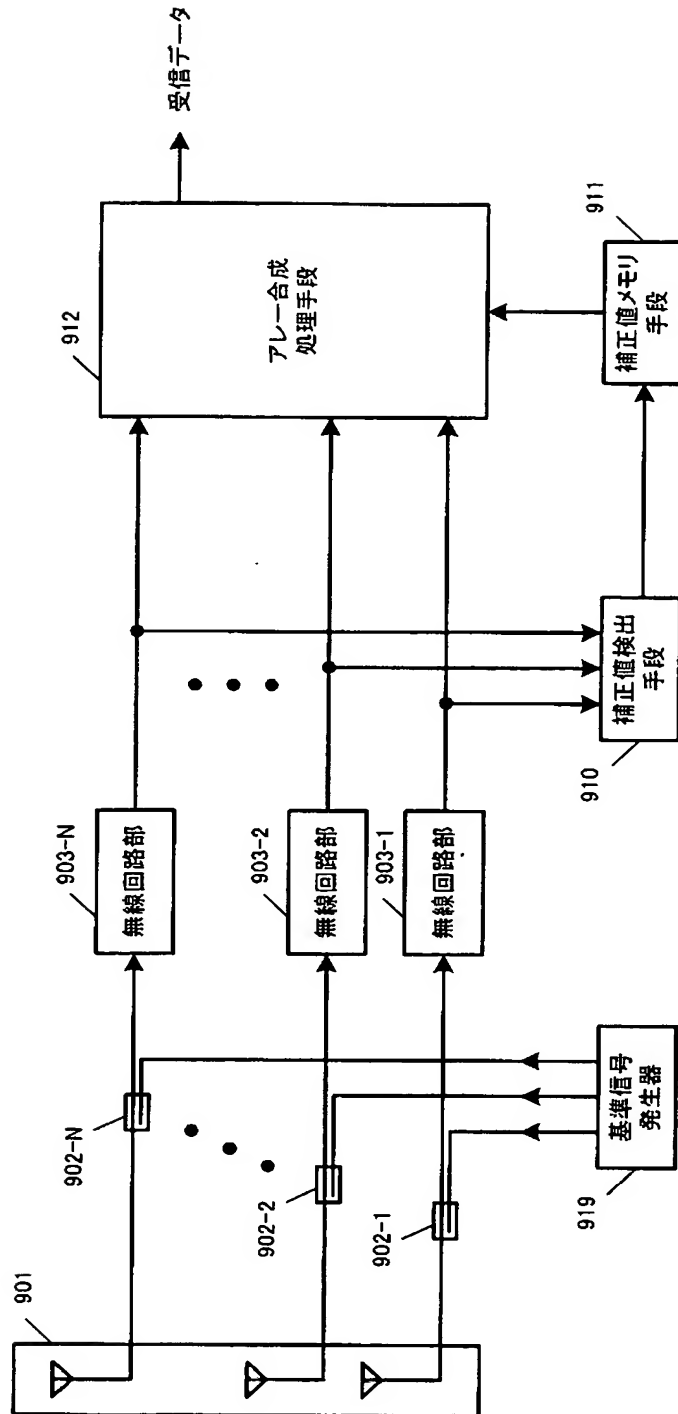
【図 11】



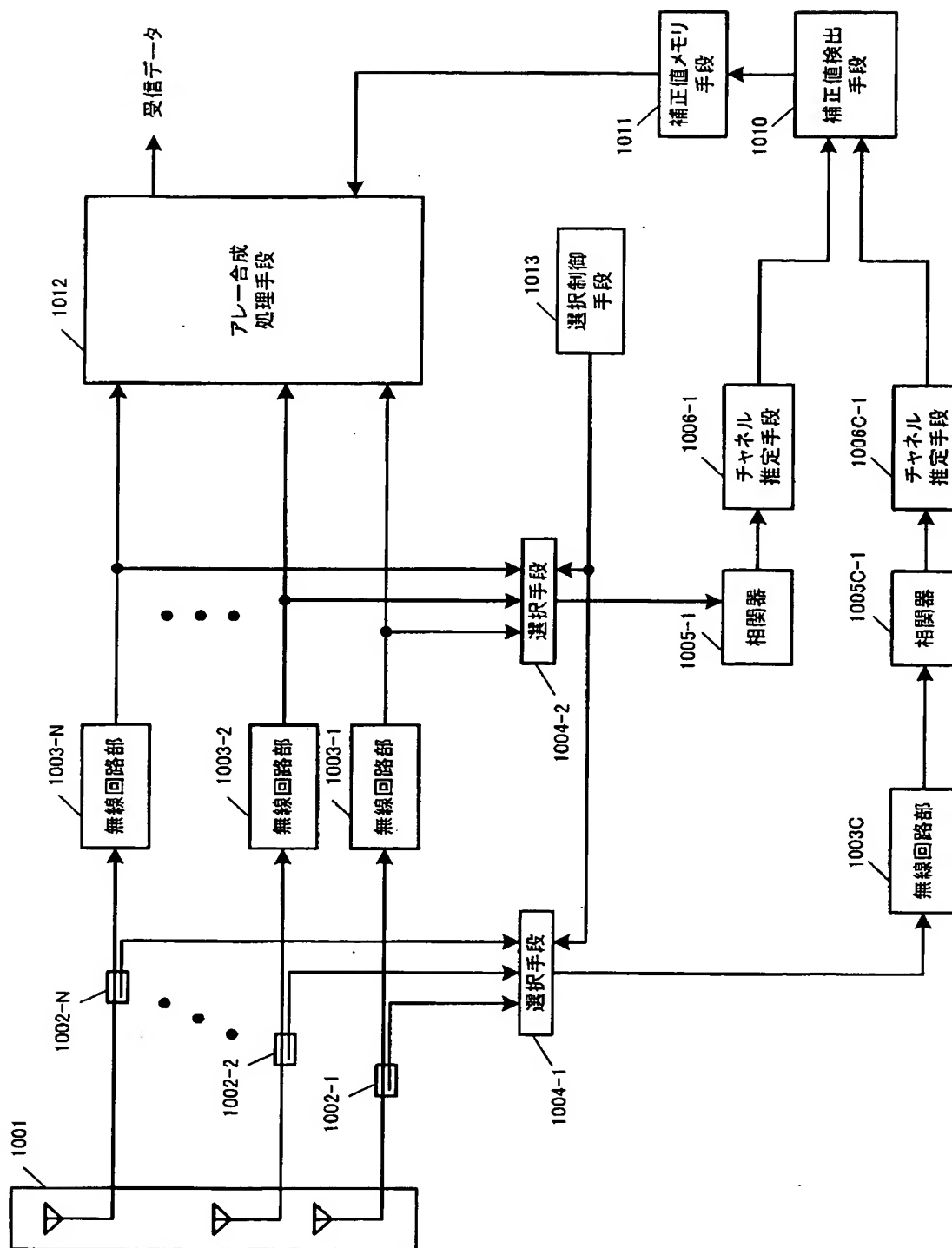
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 アレーアンテナを用いた無線通信装置において、受信信号の干渉となる信号を加えることなく、受信ブランチ間に発生する振幅および位相偏差を精度よく検出して、補正を行うことを目的とする。

【解決手段】 複数のアンテナ素子をもつアレーアンテナ 1 0 1 を備えた無線通信装置において、アレーアンテナ 1 0 1 の各アンテナ素子で受信した受信信号を伝送する複数の受信ブランチ 1 0 3 と、複数の受信ブランチの 1 つを選択して受信信号を伝送するキャリブレーションブランチ 1 0 3 C を持ち、受信ブランチ 1 0 3 の信号およびキャリブレーションブランチ 1 0 3 C の信号に対してそれぞれチャネル推定 1 0 6 を行い、そのチャネル推定値に対して RAKE 合成 1 0 7、1 0 8 を行い、その結果を用いて受信ブランチ 1 0 3 の振幅および位相偏差を検出して補正 1 1 2 を行う。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 7 5 4 2 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社